

节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用

刘洪娜

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 节水灌溉技术作为破解水资源约束、提升农业生产稳定性的核心手段,在农田水利工程中的应用价值日益凸显。本文聚焦节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用,界定节水灌溉技术核心概念与理论原则,梳理工程、田间、管理三类节水技术的分类及原理,阐述滴灌、喷灌等主流技术的具体应用要点,剖析当前技术应用中的适配性、运维等问题并提出优化对策。研究表明,节水灌溉技术通过精准调控与设施优化,可有效减少水资源损耗,衔接农业生产与生态保护需求。

关键词: 节水灌溉技术; 农田水利; 灌溉; 应用

引言: 水资源短缺已成为制约我国农业高质量发展的关键瓶颈,传统粗放式灌溉模式加剧了水资源供需矛盾,亟需依托节水技术升级农田水利灌溉体系。本文基于农田灌溉核心需求与节水原则,系统分析各类节水技术的原理与应用路径,结合实际应用痛点提出优化策略,为解决节水技术适配性不足、运维不完善等问题提供思路,助力构建资源节约型农业发展模式。

1 节水灌溉技术核心概念与理论基础

1.1 节水灌溉技术的定义

节水灌溉技术是指在农田灌溉过程中,通过采用先进设备、科学管理手段和优化灌溉模式,实现减少水资源损耗、提升灌溉水利用效率的综合性技术体系。该技术以“按需供水”为核心,区别于传统漫灌的粗放式用水模式。

1.2 农田水利灌溉的核心需求与节水原则

农田水利灌溉的核心需求是保障作物全生育期需水、维持农田土壤墒情稳定、实现农业高产稳产,同时兼顾水资源的可持续利用。基于这一需求,节水灌溉需遵循以下四项核心原则:(1)精准适配原则,根据不同作物需水规律、土壤类型和气候条件,确定灌溉定额与灌溉周期,避免盲目灌水;(2)减损高效原则,通过优化输水路径、采用节水设备,降低输水损失和田间蒸发损失,提升灌溉水有效利用率;(3)生态兼容原则,避免过度灌溉导致土壤次生盐渍化、地下水水位上升等生态问题;(4)经济可行原则,平衡节水技术投入与农业产出效益,确保技术模式易于推广落地。

1.3 节水灌溉与农业可持续发展的关联性

节水灌溉是农业可持续发展的关键支撑技术,二者存在紧密的协同关系。从资源维度看,节水灌溉可大幅减少农业用水量,缓解我国农业用水与工业、生活用水

的竞争矛盾,保障水资源的长期供给能力;从生产维度看,精准节水灌溉能改善作物生长环境,减少病虫害发生,提升农产品品质与产量,增强农业生产的稳定性;从生态维度看,节水灌溉可降低农田面源污染风险,减少化肥、农药随灌溉水流失,保护农田生态系统;从发展维度看,节水灌溉技术的推广能推动农业生产向集约化、精细化转型,助力构建资源节约型、环境友好型农业发展模式,实现经济效益、社会效益与生态效益的统一^[1]。

2 节水灌溉技术的核心分类与原理

2.1 工程节水技术

工程节水技术核心是通过硬件设施改造优化,减少灌溉水在输水、供水环节的无效损耗,依托物理防护与系统设计提升水资源利用率,是农田水利节水体系的基础支撑。(1)渠道防渗技术以阻隔渗漏为核心,通过在渠道内壁铺设混凝土、塑料薄膜、土工布等防渗材料,阻断水分深层渗透路径,降低渠道周边土壤含水率、避免渠堤溃损,显著提升渠系水利用系数,适用于各类明渠灌溉工程节水改造。(2)低压管道输水技术以管道替代传统明渠,凭借封闭性输水减少蒸发与渗漏损失,在低压工况下用抗压管材构建输水网络,直接将水从水源输送至田间,规避明渠输水受气候、地形影响的损耗问题。需匹配合理管径与压力参数,兼顾输水效率与能耗控制,适配井灌区及中小型农田,兼具节水与节地优势。(3)微灌技术以精准定向供水为核心,依托低压管网将水以微小流量输送至作物根系区域,实现局部湿润灌溉,涵盖滴灌、微喷灌等形式。通过细化供水单元、优化水流形态,使水分精准作用于作物生长关键区,从源头减少无效蒸发与深层渗漏,核心在于管网压力调控与出水部件精准设计,保障灌溉均匀性。

2.2 田间节水技术

田间节水技术聚焦田间灌溉模式优化,结合作物生长特性与田间环境,通过调整灌溉方式实现水分高效利用,适配不同农田规模与作物类型。(1)喷灌技术以模拟自然降雨为原理,通过加压设备将水雾化成细小水滴,经喷头均匀喷洒至田间,使水分均匀分布并逐步渗透至根系层。核心是控制水滴粒径、喷洒范围与均匀度,避免局部积水或干旱,适配大田作物与经济作物的规模化灌溉需求。(2)步行式灌溉技术依托移动灌溉模式节水,结合农机动力搭建可移动灌溉装置,能灵活调整灌溉范围、方向与强度,适配小规模农田、零散地块及复杂地形。无需构建固定管网,通过模块化设计简化流程,可根据作物分布动态调整作业路径,减少非作物区域无效灌溉,兼顾灵活性与节水效果,适配农户分散经营场景。

2.3 管理节水技术

管理节水技术以智能化调控与流程优化为核心,通过技术手段实现灌溉精准管控,依托数据支撑与协同作业提升节水效能,是现代节水灌溉体系的重要组成部分。(1)智能监测与调度系统基于物联网、3S技术(GPS、GIS、RS)构建,通过各类传感器实时采集土壤湿度、作物需水、气象条件等数据,经系统分析生成精准灌溉方案,动态调整灌溉时序、水量与范围,规避盲目灌溉造成的水资源浪费。(2)水肥一体化技术以协同供给为核心,将灌溉与施肥环节有机融合,通过专用设备将肥料按比例溶解于灌溉水,随灌溉系统同步输送至作物根系区。核心是实现水肥精准匹配供给,控制混合浓度、输送速度与供给时序,既确保养分高效吸收,又减少肥料流失引发的面源污染,在节水同时提升养分利用率,契合精细化农业管理需求^[2]。

3 节水灌溉技术在农田水利灌溉中的具体应用

3.1 滴灌技术的具体应用

滴灌技术在农田水利灌溉中的应用以系统规范化部署为核心,结合农田基础条件与作物生长需求,落实全流程精准应用要点,具体如下:(1)管网系统布设。按照农田地形走势与作物种植密度,规划主干管、支管与毛管的铺设路径,主干管采用埋地式布设,避免外力破坏与光照老化,支管与毛管沿作物行向布置,确保滴头与作物根系位置精准对应。根据土壤透水性调整毛管间距,粘性土壤可适当加宽间距,沙质土壤缩小间距,保障水分覆盖均匀。(2)滴头选型与安装。依据作物需水强度、土壤质地选择适配滴头类型,压力补偿式滴头用于地形有坡度的农田,普通流量滴头用于平坦农田,同时严格控制滴头安装精度,避免偏移导致灌溉错位。安装前对滴头进行逐一检测,排查堵塞隐患,确保流量稳

定性。(3)灌溉系统调控。结合作物生育期需水规律,设定灌溉周期与单次灌溉时长,通过首部控制装置调节管网压力,维持滴头出水均匀。灌溉过程中实时监测管网运行状态,及时排查漏水、压力异常等问题,避免因系统故障影响灌溉效果。(4)系统维护管理。定期对管网进行冲洗,清除管内杂质与沉淀物,针对滴头易堵塞问题,配套安装多级过滤装置,定期更换过滤元件。非灌溉季节对管网进行泄压、防腐处理,妥善收纳外露管件,延长系统使用寿命。

3.2 喷灌技术的具体应用

喷灌技术应用聚焦于系统适配性部署与运行参数优化,结合农田地形、作物类型落实针对性应用措施,具体应用内容包括:(1)喷头布置与选型。根据农田面积、作物高度及冠层结构,确定喷头安装位置、间距与高度,确保喷头喷洒范围无重叠盲区,同时避免喷洒半径过大导致水分漂移。高大作物选用中高压喷头,低矮作物与苗期作物选用低压喷头,优化水滴粒径适配作物生长需求。(2)压力系统调试。通过首部加压设备调节管网压力,结合喷头类型与喷洒需求设定额定压力,避免压力过高造成水滴冲击土壤板结,压力过低导致喷洒不均匀。在管网关键节点安装压力监测装置,实时反馈压力数据,便于及时调整运行参数。(3)灌溉时序把控。结合气象条件合理安排灌溉时间,避开高温强光时段,减少水分蒸发损耗,选择清晨或傍晚进行灌溉作业。根据土壤墒情动态调整灌溉强度,避免灌溉过量导致田间积水,同时控制灌溉时长,确保水分渗透至作物根系分布层。(4)设备运维管控。定期检查喷头磨损、堵塞情况,及时更换损坏部件,对喷头进行拆解清洗,保障雾化效果。定期检修加压设备与管网连接件,排查渗漏隐患,对老化管网进行局部更换,确保系统长期稳定运行。

3.3 微灌技术的具体应用

微灌技术应用兼顾精准供水与系统协同运行,结合农田水利设施条件,实现技术与田间管理的深度融合,具体应用要点如下:(1)系统类型适配。根据农田实际情况选择微灌形式,微喷灌适用于露天大面积作物,脉冲微灌适用于设施农业与经济作物,结合作物需水特性与灌溉需求,优化系统布局,确保供水范围与作物生长区域精准匹配。(2)水肥协同应用。配套安装水肥一体化装置,将肥料按比例溶解后与灌溉水混合,通过微灌系统精准输送至作物根系区域。严格控制水肥混合浓度与输送速度,避免肥料沉淀堵塞管路,同时根据作物需肥规律调整水肥供给时序,实现供水与供肥的协同调控。(3)管网压力与流量控制。采用分级压力调控模式,确保系统

各节点压力均衡，避免因压力差异导致流量不均。通过流量计量装置实时监测供水流量，结合作物需水总量调整系统运行参数，精准控制单次灌溉量，提升灌溉精准度。(4) 过滤与防护处理。针对微灌管路管径较小、易堵塞的问题，配置沉淀池、砂石过滤器、网式过滤器等多级过滤设备，全面清除灌溉水中的杂质。定期对过滤设备与管路进行冲洗维护，同时做好管网防腐、防冻处理，适配不同气候条件下的农田灌溉需求。

3.4 低压管道输水灌溉技术的具体应用

低压管道输水灌溉技术应用以高效输水为核心，聚焦管材选型、管路布局与系统衔接，适配各类农田水利场景，具体应用内容如下：(1) 管材选型与规格确定。结合灌溉面积、地形坡度与运行压力，选择抗压、耐腐蚀、抗老化的经济型管材，主干管选用管径较大的硬管，支管与田间管选用柔性软管，便于铺设与收纳。根据输水流量计算确定管材管径，避免管径过小导致压力损失过大，影响输水效率。(2) 管路布局设计。按照“就近供水、缩短路径、减少损耗”的原则，规划管路走向，主干管沿农田边缘或道路布设，支管垂直于主干管延伸至田间，田间管与灌溉出水口精准对接。地形坡度较大区域，采用阶梯式管路布局，设置减压装置，避免压力集中导致管路损坏。(3) 系统衔接与配套。做好管道与水源、田间灌溉设施的衔接，首部枢纽配套安装水泵、阀门、过滤器等设备，实现取水、加压、过滤、输水的一体化运行。田间设置分水口与出水口，适配畦灌、沟灌等传统灌溉方式的衔接需求，提升技术应用的灵活性。(4) 运行与维护管理。灌溉期间严格控制运行压力，维持低压工况稳定，避免超压运行导致管路渗漏。定期对管路进行巡检，排查接头松动、管材破损等问题，及时进行修补更换。非灌溉季节对管路进行排空处理，防止积水冻裂管

材，同时做好管材防护，延长使用寿命^[1]。

4 优化节水灌溉技术在农田水利中应用的对策

结合当前技术应用痛点与农田实际需求，从多维度制定优化对策，具体如下：(1) 技术适配优化。针对不同区域地形、土壤及作物类型，研发定制化节水设备，升级老旧设施核心部件，提升技术与农田场景的适配性，解决设备通用性强、针对性不足的问题。(2) 运维体系完善。构建专业化运维团队，开展技术培训，规范设备日常检修、保养流程，建立设备故障应急处置机制，保障节水系统长期稳定运行。(3) 农户认知提升。通过田间示范、技术宣讲等形式，普及节水灌溉技术优势与实操要点，转变传统灌溉观念，提高农户主动应用意愿^[4]。

结束语：节水灌溉技术的科学应用是农田水利现代化建设的重要方向，更是实现农业可持续发展的必然选择。工程、田间与管理类节水技术的协同应用，可有效平衡水资源利用、农业产出与生态保护的关系。尽管当前技术应用仍面临适配性、运维及认知层面的挑战，但通过技术优化、体系完善、政策扶持与观念引导，能够显著提升应用效能。未来需持续推动技术创新与实践融合，强化精准化、智能化应用，让节水灌溉技术更好赋能农田水利建设。

参考文献；

- [1]刘国彬,屈凯.高效节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用现状与对策[J].中国果业信息,2025,42(4):93-95.
- [2]曹灵娜.节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用[J].现代农村科技,2025(1):70-71.
- [3]刘国辉.高效节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用研究[J].河南农业,2025(18):67-69.
- [4]黄凤梅.高效节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用[J].农家科技,2025(18):82-84.